

ホームネットワークにおけるデータ特性を考慮した SDN による優先度制御手法

SDN Based Priority Control Method Considering Data Attributes for Home Network

国本 典晟 / Tensei Kunimoto

1 はじめに

近年、画像や動画などの大容量データの需要が急速に拡大し、インターネットの多くの帯域を占めるようになっていく。また、IoT デバイスの増加とスマートホームの技術の進歩に伴い、ホームネットワークに接続するデバイスは増加し、ホームネットワークの内部および外部のインターネットの帯域の使用が増えることが予想される。一方、現在の ISP (Internet Service Provider) は、各家庭の総帯域を契約した帯域の範囲内で制御しており、要求される帯域が契約した帯域を上回る場合、特定アプリケーションやユーザの帯域を制御することで、ネットワーク全体の品質確保に努めている。しかし、そのような帯域制御は多様なサービスやデータの特性を十分に考慮したものではないため、インターネットの需要の拡大に伴う帯域の逼迫に対応できず、ホームネットワークの通信の QoS 要件を著しく損なう可能性が危惧されている。

この問題の解決を目指して、ホームネットワークの QoS 要件を満たすよう、SDN を用いて通信制御を行うネットワークアーキテクチャの研究が行われている。しかし、限られた帯域内で全てのホームネットワークのサービスの QoS 要件を満たすことは不可能であるため、サービスに優先度を設けて通信制御を行う必要がある。本研究では、ホームネットワークの通信のデータ特性を考慮し、サービスの優先度制御を行う手法を提案する。

2 関連研究

2.1 QoS Class Identifier (QCI) の再定義

Jang らは、何千ものスマートホームサービスを公平性、遅延、サービス優先度を考慮してスケジューリングするために、3GPP Long Term Evolution が定義した QCI を表 1 に示すように再定義し、スマートホームサービスを 8 種類に集約し、優先度を設定した [1]。

2.2 AQRA

Deng らは、スマートホームサービスの複数の QoS 要件を満たすためのアルゴリズムとして、Application-aware QoS Routing Algorithm (AQRA) を提案した [2]。AQRA では、表 1 を用いてサービスを高優先度クラス (Priority : 1~3)、中優先度クラス (Priority : 2~5)、低優先度クラス

表 1 スマートホームサービス向けに再定義された QCI

QCI	Priority	Device type	Resource Type	Packet Delay Budget	Packet Error Loss	Example Services
1	2	Non-M2M	GBR	100ms	10^{-2}	Conversational voice
2	3	Non-M2M	GBR	50ms	10^{-3}	Real time gaming
3	4	Non-M2M	GBR	150ms	10^{-3}	Conversational video
4	5	Non-M2M	GBR	300ms	10^{-6}	Non-conversational video (Buffered streaming)
5	1	M2M	Non-GBR	60ms	10^{-6}	Mission critical delay sensitive data transfer
6	6	Non-M2M	Non-GBR	300ms	10^{-6}	Video (Buffered streaming) TCP-based (for example, www, email, chat, ftp, p2p and the like)
7	7	Non-M2M	Non-GBR	100ms	10^{-3}	Voice, Video (Live streaming), Interactive gaming
8	8	M2M	Non-GBR	N/A	10^{-6}	Non mission critical delay insensitive data transfer

(Priority : 6~8) の 3 つに分類し、高優先度クラスの QoS 要件を満たすためにアドミッション制御を行った。高優先度クラスの QoS 要件が満たされない時、低優先度クラスまたは中優先度クラスに属するフローを、高優先度クラスのフローの QoS 要件が満たされるまでドロップする。ドロップされるフローは、使用帯域率が高いリンクを使用しているフローの中から、優先度を基準として選ばれる。アドミッション制御により、中優先度クラスおよび低優先度クラスの QoS 要件を満たすフロー数は減少したが、高優先度クラスのフローの QoS 要件は 100 % 満たされた。

3 提案手法

3.1 概要

AQRA で提案されたアドミッション制御では、中優先度クラス内および低優先度クラス内のフローはそれぞれ区別なくドロップの対象として選ばれていた。しかし、AQRA の優先度の分類は、サービスのリアルタイム性を十分に考慮できていない。例えば、中優先度クラスに属する Non-conversational video (Buffered Streaming) (QCI=4) のフローがドロップされてもユーザが一時的に映像が見れ

なくなるだけであるが、同じく中優先度クラスに属する Conversational video (QCI=3) のフローがドロップされると、ユーザ間の通話が途切れるといったことが起こる。本研究では、サービスの優先度を、サービス自体の重要性や QoS 要件に加えて、ドロップされた場合のリアルタイム性に関する影響を考慮して分類する。さらに、再定義した分類に依拠しつつも最低限の公平性を保つアドミSSION制御を提案する。

3.2 優先度の分類

表 1 をもとに、以下のようにサービスの優先度を分類する。

- [Cat1] : QCI=5
- [Cat2] : QCI=1~3
- [Cat3] : QCI=4, 7
- [Cat4] : QCI=6, 8

[Cat1] は最も優先度が高いカテゴリで、QCI=5 のサービスが該当する。これは侵入者センサや火災報知器などの緊急性の高い情報を生成するデバイスであり、通常あまり帯域を消費しない。[Cat2] は音声通話や Web 会議など、複数のユーザが参加するリアルタイム性の高いサービスである。[Cat3] は録画された、あるいは配信されている映像などである。[Cat2] と比較してリアルタイム性が低いため、優先度が [Cat2] よりも低い。[Cat4] は Web サイトなどの TCP による通信や、室温センサなどの緊急性が低く帯域もあまり消費しないサービスである。遅延やドロップの影響が最も小さいため、優先度は最も低い。

3.3 アドミSSION制御

3.4 実験環境

本研究で想定するアーキテクチャを図 1 に示す。前提条件は以下の通りである。

- IoT アプリケーション・サービスはイーサネットを介してネットワーク層に接続している。
- IoT アプリケーションは Northbound API を介して SDN コントローラにメッセージを送信できる。
- SDN スイッチ間はイーサネット接続されている。
- SDN スイッチは Southbound API を介して SDN コントローラと通信できる。
- SDN スイッチと IoT ゲートウェイはイーサネット接続されている。
- IoT ゲートウェイと IoT デバイスは無線通信技術で接続されている。

3.5 動作手順

動作手順を以下に示す。

1. 各 IoT アプリケーションは IoT アプリケーションサー

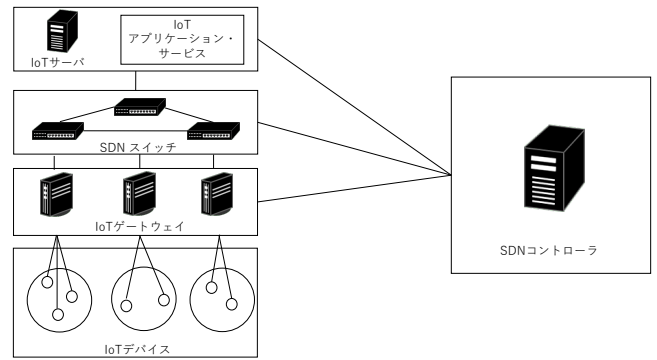


図 1 提案システムのアーキテクチャ

バの IP アドレスとともに QCI を SDN コントローラに送信する。

2. IoT ゲートウェイは IoT デバイスからデータフローを受信すると、SDN コントローラに Packet In メッセージを送信する。
3. SDN コントローラは Packet In メッセージを受信すると以下の作業を実行する。
4. SDN コントローラは QCI に従いフロー进行分类する。
5. SDN コントローラはルーティングパスを計算しフローエントリを設定する。
6. SDN コントローラは QoS を考慮したアドミSSION制御を IoT ゲートウェイに送信し、優先度の低い IoT アプリケーションのアドミSSIONを制御する。

4 評価

4.1 評価方法

本研究で提案する帯域管理システムは QoS が向上することを目的とするため、評価は平均転送率、平均ジッタ、平均遅延時間の測定により行う。その際、高優先度クラスのアプリケーションのサービスが必要となった時は高優先度クラスのアプリケーションの QoS 要件を保証するが、平常時はアプリケーションの使用頻度を考慮して、中優先度クラス及び低優先度クラスの QoS 要件を保証できているかを評価する。また、提案システムが膨大な数のスマートホームの管理を行った際に目的の通り QoS を保証できるかを確認するため、システムが管理するスマートホームと IoT デバイスの数が増加した場合の平均転送率、平均ジッタ、平均遅延時間の変化を評価する。

4.2 評価環境

評価環境を以下に示す。

- SDN コントローラには OpenDaylight Neon を用いる。
- エミュレータには Mininet を用いる。
- IoT デバイスは 30 台~100 台で変化させる。
- 高優先度クラスのフローは 30 %とする。

- 中優先度クラスのフローは 40 %とする.
- 低優先度クラスのフローは 30 %とする.

5 まとめと今後の課題

本研究では, [2] で提案された QoS を考慮したアドミッション制御の見直しと切り替えを行うことで, アプリケーションの使用頻度を考慮した通信制御を行い, 帯域の効率的な活用及びスマートホームのサービスの複数の QoS 要件の満足を目的とする.

今後の課題として, QoS を考慮したアドミッション制御の具体的な改善案や, アドミッション制御の切り替えの基準を考える必要がある.

参考文献

- [1] Hung-Chin Jang, Chi-Wei Huang and Fu-Ku Yeh. Design A Bandwidth Allocation Framework for SDN Based Smart Home. *2016 IEEE 7th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*, pp. 1-6, 2016.
- [2] Guo-Cin Deng and Kuochen Wang. An Application-aware QoS Routing Algorithm for SDN-based IoT Networking. *2018 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC)*, pp. 186-191, 2018.